

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 OCT 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 44 148.0

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Anmeldetag:

23. September 2002

Anmelder/Inhaber:

DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur videobasierten
Beobachtung und Vermessung der seitlichen
Umgebung eines Fahrzeugs

IPC:

G 08 G 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Stenochius

BEST AVAILABLE COPY

DaimlerChrysler AG

IPM/U/MB
P112799

Epplestraße 225

D-70567 Stuttgart

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur videobasierten Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur videobasierten
5 Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung um ein Straßenfahrzeug.

Je nach Anwendung bedürfen erste am Markt erhältliche Fahrerassistenzsysteme eines Kompromisses zwischen Auflösung der Abtastung und Größe des erfaßten Bereichs. So muß sich z.B. die Radarsensorik für eine ACC-Anwendung auf wenige Grad
10 Erfassungsbereich horizontal beschränken, während sich für eine Einparkhilfefunktion bei der Erfassung der Umgebung neben dem Fahrzeug mit Ultraschall nur eine geringe Reichweite und Auflösung realisieren lassen. Herkömmliche videobasierte Systeme bieten zwar einen guten Kompromiß zwischen Auflösung und Erfassungsbereich, jedoch liefern diese im allgemeinen keine direkte Entfernungsinformation.

Systeme um von zweidimensionalen Tiefenprofilaten unter Ausnutzung der Fahrzeugeigenbewegung auf dreidimensionale Umgebungsdaten zu gelangen, werden zum einen in den Schriften US 4 179 216 A1 und US 4 490 038 A1 für die Kontrolle von Eisenbahntunnel und den fehlerfreien Verlauf von Schienenwegen aufgezeigt und zum
5 anderen in US 5 278 423 A1 im Zusammenhang mit der gezielten Ausbringung von Pestiziden und der Erfassung des Baumbestandes von Plantagen beschrieben. In all diesen Systemen wird in einer Datenverarbeitungseinheit durch die Aneinanderreihung einer aufeinanderfolgenden Menge von Entfernungsprofilen ein dreidimensionales Abbild der Umgebung erzeugt. Um die Abstände der einzelnen sequentiell
10 aufgenommenen Profile zueinander zu ermitteln sind an den Rädern der die Systeme tragenden Fahrzeuge jeweils Entfernungsaufnehmer angeordnet.

Eine Vorrichtung zur Lageerfassung eines einen abtastenden Sensor tragenden landwirtschaftlichen Fahrzeugs wird in US 5 809 440 A1 beschrieben. Hierbei wird die Spur des Fahrzeugs mittels eines globalen Navigationssystems (GPS) verfolgt. Da der
15 zur Aufnahme des Bewuchses verwandte abtastende optische Sensor jedoch keine Entfernungsinformation liefert, wird durch Aneinanderreihung der Sensorinformation nur eine zweidimensionale Kartographie des Untergrundes erreicht.

Bei Fahrerassistenzsystemen kommen vermehrt Stereokamerasysteme zum Einsatz, mit deren Hilfe aufgrund der bekannten geometrischen Anordnung des verwendeten
20 Kamerapaares die Objektweite rechnerisch ermittelt werden kann. Bei der Stereobildverarbeitung wird ein Objekt aus unterschiedlichen Richtungen mit einem Kamerapaar abgetastet. Anschließend wird die Entfernung zwischen dem Stereokamerasystem und dem Objekt unter Berücksichtigung der Kamerapositionen und Ausrichtungen sowie der Kameraparameter basierend auf dem Prinzip der
25 Triangulation bestimmt.

In der DE199 26 559 A1 wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Detektion von Objekten im Umfeld eines Straßenfahrzeugs genannt. Bei dem vorgestellten Verfahren wird die Entfernung zu einem bewegten Fahrzeug durch Auswertung von Stereobildpaaren berechnet und Eigenschaften der detektierten Objekte ermittelt.
30 Insbesondere wird mittels Stereobildverarbeitung eine entfernungsbasierte Bildsegmentierung durchgeführt. In den segmentierten Bildbereichen wird anschließend eine Objekterkennung durchgeführt.

Ein ähnliches System ist aus der EP 108 72 57 A2 bekannt, dabei wird eine Anordnung zur Befestigung eines Stereokamerasystems in einem Fahrzeug beschrieben, welches dazu dient, eine dreidimensionale Distanzverteilung für ein betrachtetes Objekt zu berechnen. Beim Einsatz in Straßenfahrzeugen sind solche aus dem Stand der Technik bekannten Systeme zur Stereobildverarbeitung jedoch nur bedingt geeignet, da die Position und Ausrichtung der Kamera sehr exakt sein und mit hohem Aufwand justiert werden muss. Weiterhin ist eine derartige Anordnung für den Alltagseinsatz bei unterschiedlichsten Straßenzuständen oft nicht robust genug und eine Dejustage des Systems jederzeit möglich.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren zur videobasierten Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs sowie ein Fahrzeug mit einem Sensorsystem zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 15 zu schaffen, welches eine hohe mechanische Robustheit aufweist und sich ohne hohen Aufwand justieren läßt.

15 Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen aufgezeigt.

Gemäß der Erfindung erfolgt die Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs, vorwiegend zur Detektion von Parklücken zum einen
20 mittels einer Kamera mit der digitale Bilder aufgezeichnet werden und zum anderen mittels einer DV-Einheit die dazu dient, die digitalen Bilder mit einem Zeitstempel zu versehen und zwischenzuspeichern.

In besonders vorteilhafter Weise umfaßt die Vorrichtung weiterhin eine Einheit zur Erfassung der Eigenbewegung des Fahrzeugs, um auf Grundlage dieser Daten aus den
25 zwischengespeicherten Bildern Bildpaare auszuwählen. Es ist ein weiteres Mittel vorgesehen, um die zu den beiden Aufnahmezeitpunkten vorliegende Position und Ausrichtung der Kamera zu bestimmen. Mittels eines Algorithmus zur Stereobildverarbeitung kann so auf Grundlage des Bildpaares ein lokales 3D-Tiefenbild generiert werden, wobei hierbei die Position und Ausrichtung der Kamera zu den
30 Aufnahmezeitpunkten im Rahmen einer synthetischen Stereogeometrie berücksichtigt wird.

Durch die neuartige Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird es erst möglich ein System zu schaffen, welches installiert in einem Straßenfahrzeug komplexe,

dynamische Szenario, wie beispielsweise die seitliche 3D-Geometrie zum Fahrbahnrand, aus Sicht des aktiv dynamisch agierenden Fahrzeugs zu erfassen und zu dessen Vorteil beim Einparken auswerten kann. Im Gegensatz zu einer paarweisen Kameraanordnung wie sie bei herkömmlichen Stereokamerasystemen eingesetzt wird, 5 bietet das erfinderische monokulare Kamerasystem in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren den Vorteil eines deutlich geringeren Platzbedarfs. Ein solches System stellt im Hinblick auf Designaspekte eine vorteilhafte Lösung für die Integration in das Fahrzeug dar und bietet zusätzlich den Vorteil von vergleichsweise geringen Kosten durch den Verzicht auf eine zweite Kamera. Die mechanische 10 Robustheit ist bei monokularen Kamerasystemen vergleichsweise höher als bei Stereokameras. Ein weiterer Vorteil den Einzelkamerasysteme bieten, ist ein deutlich reduzierter Aufwand bei der Montage und Justage.

In einer gewinnbringenden Ausführungsform der Erfindung ist es denkbar, zur Auswahl von Bildern zu Bildpaaren für die Stereobildverarbeitung, die Eigenbewegung und somit 15 die zurückgelegte Wegstrecke aufgrund der erfaßten Anzahl der Radumdrehungen zu ermitteln. Weitere Möglichkeiten zur Erfassung der Eigenbewegung eines Straßenfahrzeugs bieten auch Systeme für die mobile Fahrzeugnavigation die hauptsächlich mit GPS (Global Positioning System) arbeiten und somit Informationen über die genaue Position bereitstellen. Auch kommen vermehrt Fahrdynamiksysteme in 20 Straßenfahrzeugen zum Einsatz, welche unter Berücksichtigung von Motordaten sowie Informationen zu Lenkung und Bremse eine Vielzahl an Daten zur Eigenbewegung eines Fahrzeugs liefern.

In besonders gewinnbringender Weise ist es insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten denkbar, daß es sich bei den zu Bildpaaren auszuwählenden Bildern 25 nicht zwingend um zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Bildaufnahmen handeln muß. Für zwei Bildaufnahmen zu einem Bildpaar sollte der Zeitstempel idealerweise derart gewählt sein, daß der Zeitunterschied unter Berücksichtigung der Fahrzeugeigengeschwindigkeit umgerechnet einer fest vorgegebenen Wegstrecke (Stereobasis) entspricht. Die Wegstrecke (Stereobasis) sollte vorzugsweise jedoch 30 derart gewählt werden, daß sich diese in Abhängigkeit von der aktuellen Geschwindigkeit zum Zeitpunkt zweier Bildaufnahmen in einem Bereich zwischen 0,2 m und 1m befindet. Da die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit beim Einparken eines Straßenfahrzeugs ca. 12Km/h beträgt, ist eine zurückgelegte Wegstrecke (Stereobasis) von 0,13m zwischen den beiden Bildaufnahmen ideal.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es denkbar, daß nur solche zwischengespeicherten Bildpaare zur weiteren Verarbeitung ausgewählt werden können, bei deren Aufnahme sich die Kameraausrichtung nicht signifikant geändert hat. Durch eine Lageänderung des Fahrzeugs, beispielsweise aufgrund sich stark ändernder Straßenverhältnisse, kann eine Änderung der Kameraausrichtung hervorgerufen werden. Eine Änderung der Kameraausrichtung zwischen zwei Aufnahmezeitpunkten führt zu einer Verfälschung des Ergebnisses bei der weiteren Verarbeitung, ähnlich einer Dejustage eines Stereokamerasystems im Rahmen der Stereobildverarbeitung.

Der Erfindungsgegenstand kann in besonders vorteilhafter Weise mit dem Ziel eingesetzt werden, um aus der mittels den Bildpaaren gewonnenen Abfolge von lokalen 3D-Tiefenansichten durch Akkumulieren zu einer globalen 3D-Tiefenansicht zu gelangen. Dabei werden die Bilddaten der einzelnen lokalen 3D-Tiefenansichten, die denselben Ortspunkten der Umgebung des Fahrzeugs zuzuordnen sind miteinander addiert und in einer geometrischen Datenstruktur hinterlegt. Die geometrische Datenstruktur wird dabei kontinuierlich in der gleichen Richtung entsprechend der Fahrtrichtung des Fahrzeugs um die neu hinzugekommenen Bildbereiche erweitert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die für eine globale 3D-Tiefenansicht zu addierenden Bilddaten der jeweiligen lokalen Ortspunkte vor dem Akkumulieren einer Gewichtung unterzogen. Aufgrund dieser Gewichtung kann das beim Akkumulieren entstandene Rauschen durch nachfolgendes Filtern einzelner Bildpunkte reduziert werden.

In einer besonders gewinnbringenden Weise wird zum Filtern einzelner Bildpunkte das im Rahmen der Gewichtung mittels der akkumulierten 3D-Tiefenansichten dargestellte Volumen in einzelne Volumenelemente unterteilt und die zu addierenden Bildpunkte auf die Volumenelemente verteilt. Bevorzugt umfassen alle Volumenelemente ein vordefiniertes, einheitliches Volumen, beispielsweise in der Form von Kuben.

Vorteilhaft ist es die einzelnen Volumenelemente in einer hierarchischen Datenstruktur zu hinterlegen, insbesondere in einer Baumstruktur. Bei der Baumstruktur handelt es sich in gewinnbringender Weise um einen Octree. Wobei bei einem Octree jeder Knoten mittels eines 3D-Schlüssels die Menge der gespeicherten Volumen auf acht Unterbäume (Volumenelemente) verteilt. Jeder Unterbaum kann wiederum weiter unterteilt sein.

In einer gewinnbringenden Weise wird den Volumenelementen die Anzahl der Bildpunkte innerhalb der einzelnen Volumenelemente jeweils als Gewicht zugeordnet. Aus diesem Grund wird zusätzlich zu den Daten der Bildpunkte das Gewicht der Volumenelemente in der Baumstruktur hinterlegt.

- 5 Es ist besonders vorteilhaft das durchschnittliche Gewicht aller Volumenelemente ermittelt und somit ein Gesamtgewicht bestimmt. Mit dem Gesamtgewicht wird ein Schwellwert gebildet, auf dessen Grundlage entschieden wird, ob die in den einzelnen Volumenelementen enthaltenen Bildpunkte bei der weiteren Verarbeitung berücksichtigt werden. Dabei werden nur diejenigen Bildpunkte berücksichtigt, bei
10 denen das ihnen zugeordnete Volumenelement ein Gewicht aufweist, das gleich oder größer dem Schwellwert ist. In einer vorteilhaften Weise werden zur Bestimmung des Gesamtgewichts nur diejenigen Volumenelemente herangezogen, welche Bildpunkte enthalten.

- Der Erfindungsgegenstand kann in besonders vorteilhafter Weise mit dem Ziel
15 eingesetzt werden, um den Schwellwert durch Multiplikation des Gesamtgewichts mit einem Tuningfaktor zu bilden. Bei der Untersuchung einer Einparksequenz mit einem Volumen von $8 \times 3 \times 5 \text{ m}^3$ und einer Unterteilung in 8^3 Zellen ergab sich ein durchschnittliches Gewicht von 7.7 für die Zellen. Mit einem Tuningfaktor von 1.5 konnte die Anzahl der Bildpunkte pro Bild somit von 46013 auf 29792 reduziert werden.
- 20 Bei der im Rahmen der Erfindung genutzten Kamera, kann es sich um eine Kamera handeln, welche Bestandteil eines anderen im Fahrzeug bereits vorhandenen Bildaufnahmesystems ist.

- Im nachfolgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und einer
25 Figur im Detail erläutert.

- Beispielhaft zeigt die **Figur** ein Verkehrsszenario unter Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung, zur videobasierten Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung um ein Straßenfahrzeug (10). Die Vermessung der seitlichen 3D-Geometrie eines
30 fahrenden Fahrzeugs zum Fahrbahnrand wird hierbei zum Vermessen einer Parklücke eingesetzt. Am Fahrbahnrand kann sich ein parkendes Fahrzeug (40), eine Leitplanke (50) oder beliebige andere Objekte (60), die sich deutlich von der Fahrbahnoberfläche abheben und somit nicht überfahrbar sind, befinden.

Im Straßenfahrzeug (10) ist dazu eine monokulare Kamera (30) in Verbindung mit einer Rechneinheit eingebaut. Die Kamera (30) ist derart ausgerichtet, daß der Winkel zwischen deren optischen Achse und der Fahrtrichtung (20) idealerweise 90° beträgt. Die mögliche Ausrichtung der Kamera (30) beschränkt sich jedoch nicht auf die senkrecht zur Fahrtrichtung (20) stehende Ausrichtung, sondern kann auch auf zu erfassende Bereiche unter einem Winkel von 45° - 135° zur Fahrtrichtung (20) ausgerichtet sein. Die Variation der Ausrichtung der Kamera kann insbesondere für unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Integration in das Gesamtfahrzeug in vorteilhafter Weise genutzt werden. Die sich aus der Bewegung des Fahrzeugs (10) beim Aufzeichnen mit der Kamera (30) ergebende Bildfolge wird mittels der Rechneinheit mit Zeitstempeln versehen und zwischengespeichert. Mit einem Algorithmus zur Stereobildverarbeitung werden aus den zwischengespeicherten Bildern, unter Berücksichtigung der Eigenbewegung des Fahrzeugs (10), ein 3D-Abbild des Parkraums generiert. Aufgrund der 3D-Information kann unter Berücksichtigung einer festgelegten Einparkstrategie entschieden werden, ob der erfaßte 3D-Raum für das Einparken des Fahrzeugs geeignet ist und insbesondere ausreichend Platz zum Einparken zur Verfügung steht.

Für den Fachmann ist es selbstverständlich, dass sich der Erfindungsgegenstand auch für andere Verwendung im Straßenverkehr eignet. So eignet sich die Erfindung beispielsweise auch gewinnbringend zur Verwendung als Warnsystem, welches den seitlichen Abstand eines Fahrzeugs zum Fahrbahnrand vermißt und bei Unterschreitung eines Mindestabstandes den Fahrer warnt, analog zu dem oben angeführten Ausführungsbeispiel.

DaimlerChrysler AG

IPM/U/MB
P112799

Epplestraße 225

D-70567 Stuttgart

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs, vorwiegend zur Detektion von Parklücken,

wobei mittels einer Kamera digitale Bilder aufgezeichnet, mit einem Zeitstempel versehen und zwischengespeichert werden, dadurch gekennzeichnet,

- 5 dass die Eigenbewegung des Fahrzeugs erfaßt wird, um auf Grundlage dieser Daten aus den zwischen gespeicherten Bildern Bildpaare auszuwählen,
- wobei die zu den beiden Aufnahmezeitpunkten vorliegende Position und Ausrichtung der Kamera bestimmt wird,

- und daß mittels eines Algorithmus zur Stereobildverarbeitung auf Grundlage des
- 10 Bildpaares ein lokales 3D-Tiefenbild generiert wird wobei hierbei die Position und Ausrichtung der Kamera zu den Aufnahmezeitpunkten im Rahmen einer synthetischen Stereogeometrie berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassung der Eigenbewegung des Fahrzeugs insbesondere aufgrund der Geschwindigkeit, der Anzahl der Radumdrehungen, Navigationsinformation oder Daten von Fahrdynamiksystemen erfolgt.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswahl zwischengespeicherter Bilder zu Bildpaaren derart erfolgt, daß die zwischen den Aufnahmezeitpunkten der Bilder zurückgelegte Wegstrecke einem vorgegebenem Wert entspricht.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgegebene Wert sich vorzugsweise im Bereich zwischen 0,2m und 1m befindet, insbesondere 0,3 m beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass nur solche zwischengespeicherten Bilder zu Bildpaaren ausgewählt werden bei deren Aufnahme sich die Kameraausrichtung nicht signifikant geändert hat.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abfolge von lokalen 3D-Tiefenansichten akkumuliert werden wobei die Bilddaten der einzelnen lokalen 3D-Tiefenansichten die denselben Ortspunkten der Umgebung des Fahrzeugs zuzuordnen sind miteinander addiert werden.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilddaten vor der Addition einer Gewichtung unterzogen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Gewichtung das mittels der akkumulierten 3D-Tiefenansichten dargestellte Volumen in einzelne Volumenelemente geteilt wird.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass alle Volumenelemente einem vordefinierten einheitlichen Volumen entsprechen.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumenelemente in einer Baumstruktur hinterlegt werden, insbesondere in der Form eines Octree.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Anzahl der Bildpunkte innerhalb der einzelnen Volumenelemente, diesen Volumenelementen jeweils als Gewicht zugeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gewicht bestimmt wird, welches dem durchschnittlichen Gewicht aller Volumenelemente entspricht, wobei dieses Gesamtgewicht einen Schwellwert bildet, auf Grundlage dessen entschieden wird, ob die in den Einzelnen Volumenelementen enthaltenen Bildpunkte bei der
5 weiteren Verarbeitung berücksichtigt werden, wobei nur diejenigen Bildpunkte berücksichtigt werden, bei denen das ihnen zugeordnete Volumenelement ein Gewicht aufweist, das gleich oder größer dem Schwellwert ist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung des Gesamtgewichts nur diejenigen Volumenelemente herangezogen werden, welche
10 Bildpunkte enthalten.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert durch Multiplikation des Gesamtgewichts mit einem Tuningfaktor gebildet wird.
15. Vorrichtung zur 3D-Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs, vorwiegend zur Detektion von Parklücken, umfassend eine Kamera zur Aufnahme digitaler Bilder die mit einer DV-Einheit in Verbindung steht, mittels welcher die Bilder mit einem Zeitstempel versehen und zwischengespeichert werden, dadurch gekennzeichnet,
dass eine Einheit zur Erfassung der Eigenbewegung des Fahrzeugs vorhanden ist,
20 und dass ein Mittel vorgesehen ist, um auf Grundlage der Eigenbewegung Bilddaten zu Bildpaaren auszuwählen,
und welches mit einer Einheit zur Stereobildverarbeitung in Verbindung steht.
16. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einheit zur Erfassung der Eigenbewegung des Fahrzeugs insbesondere ein Tachometer, Rad-
25 Drehzahlmesser, Navigationssystem oder ein Fahrdynamiksystem ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera vorzugsweise 90° zur Fahrtrichtung ausgerichtet ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera unter einem Winkel von 45° - 135° zur Fahrtrichtung ausgerichtet ist.
- 30 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera, Bestandteil eines bereits im Fahrzeug befindlichen Bildaufnahmesystems ist.

20. Verwendung der Vorrichtung oder des Verfahrens nach einem der vorgehenden Ansprüche als Warnsystem, insbesondere zur Vermessung des Abstands des Fahrzeugs zum Straßenrand.

Zusammenfassung der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zur videobasierten Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs

- Je nach Anwendung bedürfen erste am Markt erhältliche Fahrerassistenzsysteme eines
- 5 Kompromisses zwischen Auflösung der Abtastung und Größe des erfaßten Bereichs. Herkömmliche videobasierte Systeme bieten zwar einen guten Kompromiß zwischen Auflösung und Erfassungsbereich, jedoch liefern diese im allgemeinen keine direkte Entfernungsinformationen. Durch die neuartige Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes wird es erst möglich ein System zu schaffen, welches
- 10 installiert in einem Straßenfahrzeug komplexe, dynamische Szenario, wie beispielsweise die seitliche 3D-Geometrie zum Fahrbahnrand, aus Sicht des aktiv dynamisch agierenden Fahrzeugs zu erfassen und zu dessen Vorteil beim Einparken auswerten kann. Gemäß der Erfindung erfolgt die Beobachtung und Vermessung der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs zum einen mittels einer Kamera mit der digitale Bilder
- 15 aufgezeichnet werden und zum anderen mittels einer DV-Einheit die dazu dient, die digitalen Bilder mit einem Zeitstempel zu versehen und zwischenzuspeichern. Weiterhin wird die Eigenbewegung des Fahrzeugs erfasst, um auf Grundlage dieser Daten aus den zwischengespeicherten Bildern Bildpaare auszuwählen. Mittels eines Algorithmus zur Stereobildverarbeitung kann so auf Grundlage von Bildpaaren ein lokales 3D-Tiefenbild
- 20 der seitlichen Umgebung eines Fahrzeugs generiert werden.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.